

# Creació d'un videojoc mòbil addictiu, per a Android, amb Unity

Nil Pascual Fernández

**Resum**—Possiblement un dels reptes més difícils per un programador de videojocs és aconseguir que el videojoc sigui addictiu i agradi als usuaris finals. En aquest projecte busquem implementar un videojoc addictiu per a Android, des de la presa de requisits, fins la publicació de l'aplicació a la Google Play Store. Per aconseguir aquest objectiu s'ha entrevistat a un psicòleg, expert en la matèria i, a partir de les seves respostes, hem extret uns objectius que la nostra aplicació ha de complir per a considerar-se addictiva. L'aplicació ofereix diversos modes de joc immersiu en 3D a l'usuari, on, cada un, conté una mecànica i objectiu diferent. També conté un llistat d'objectius a complir, una taula de les millors puntuacions dels usuaris per a cada joc, i una botiga per a canviar visualment els diferents components del joc al gust de l'usuari, entre altres.

**Paraules clau**—videojoc, Google Play Store, Android, C#, Unity, programació mòbil, addictiu, arcade, joc.

**Abstract**—Possibly one of the most difficult challenges for a video game programmer is getting the video game addictive and appealing to end users. In this project we seek to implement an addictive video game for Android, from the taking of requirements, to the publication of the application in the Google Play Store. To achieve this goal, a psychologist, an expert in the field, was interviewed and, based on his answers, we extracted some objectives that our application must meet in order to be considered addictive. The application offers several immersive 3D game modes to the user, each of which contains a different mechanics and objective. It also contains a list of goals to be met, a table of the best user scores for each game, and a store to visually change the different components of the game to the user's taste, among others.

**Index Terms**—video game, Google Play Store, Android, C #, Unity, mobile programming, addictive, arcade, game.



## 1 INTRODUCCIÓ

Els jocs han existit al llarg de la història de la humanitat.

Els més comuns han estat tradicionalment els de taula i de saló. Els escacs, les cartes o el billar han estat presents per molt temps.

No serà fins a l'arribada de l'electrònica i la informàtica quan neixi el videojoc. L'any 1973, va aparèixer en locals públics com bars, aeroports, etc. el primer joc arcade totalment electrònic, el Pong. Malgrat de la seva enorme senzillesa, va causar un gran enrenou en l'època a causa de que no disposava de parts mecàniques mòbils; tot el joc estava implementat en un microprocessador i es desenvolupava a la pantalla d'un televisor.

A començament dels 90s i amb l'aparició dels PC, neixen els primers jocs en 3D (Wolfenstein 3D, Catacombs 3D). Es van aprofitar les capacitats tècniques que oferien els PC per desenvolupar noves tècniques per la realització de videojocs, com el mapeig de textures, ombres dinàmiques, scroll, etc.

Amb l'evolució tecnològica, les companyies van començar a plasmar-ho en els seus productes, l'era del 3D havia arribat i estava en el seu moment més important: Nintendo al 1996, va treure la seva consola Nintendo 64 i

al costat d'ella va llançar el Mario64, joc amb el qual va revolucionar el concepte de 3D, amb gràfics i textures realistes, animacions més fluides i una interacció amb l'usuari més addictiva. En aquell mateix any Sony va llançar la seva primera consola: la Playstation, que tenia un reproductor de CDs, lo qual comportava que els videojocs es gravessin en aquest format per a la seva execució.

Entre tota aquesta guerra de consoles i ordinadors, va aparèixer el telèfon mòbil, i així una nova oportunitat per a la indústria. El primer joc per mòbil va ser llançat per Nokia, avui propietat de Microsoft. Era el joc de 'snake' la serp que havia de menjar quadrats.

El joc era molt senzill. Mentre la gent es sorprenia amb els jocs de la Nintendo amb els seus gràfics millorats, tot dins d'un cartutx, Nokia amb aquest senzill joc canviava totalment l'ús dels mòbils per sempre.

El nostre joc 'Gravity Pong' és un videojoc gratuït que es pot descarregar per a Android des de la PlayStore gratuïtament, el qual s'ha desenvolupat per a entendre més d'aprop aquest fenomen: Com un joc aparentment simple, pot triomfar tant? Que es necessita per a desenvolupar-lo? Realment hi ha al darrere un plantejament 'simple'?

- E-mail de contacte: nil.pascual8@gmail.com
- Menció realitzada: Enginyeria del Software
- Treball tutoritzat per: Gemma Sánchez Albaladejo (Departament de Ciències de la Computació)
- Curs 2019/20

## 2 ESTAT DE L'ART

Quan parlem de videojocs addictius, el primer que ens ve a la ment són jocs d'èxit com el 'Pong' [25], 'Flappy birds' [26] o 'Candy crush' [27]. Tot i la seva senzilla elaboració i mecànica, no es pot negar que són jocs amb un èxit rotund al mercat i jugats diàriament per milions de persones.

A què és degut? Bàsicament a la diversió que ofereix en poc temps: partides ràpides, puntuacions que comparar amb amics, i mecàniques fàcils d'entendre per a tothom.

En el cas de 'Gravity Pong' (El nostre joc) no es busca igualar el nivell de les visuals ni animacions d'aquests jocs. El que es busca es desenvolupar un joc des de l'inici, que contingui les mateixes característiques i prestacions que aquests jocs tan addictius, per entendre, de més a prop, com uns jocs, aparentment tant simples, tenen enre, un plantejament d'alta complexitat, que els fa arribar a ser els jocs amb més èxit de la història.

## 3 OBJECTIUS

L'objectiu principal del projecte és realitzar el procés de desenvolupament i disseny, des de zero, d'un videojoc addictiu per al sistema operatiu 'Android' realitzat amb el motor gràfic Unity. Això comportarà una presa de requisits on es contactarà amb experts sobre l'addicció per investigar quins aspectes es podrien traduir a un videojoc del gènere. També s'hauran de realitzar dissenys de l'entorn on s'aprofitaran per a realitzar diferents tests amb potencials usuaris ('first-click' test [7]) i s'utilitzaran elements artístics gratuïts [22] [23].

El segon objectiu serà el desenvolupament del videojoc i l'elaboració del codi amb el llenguatge de programació C#, desenvolupat amb el motor gràfic 'Unity'. S'aplicaran diferents tests a l'aplicació per a provar la seva seguretat i consistència.

Dins d'aquest objectiu, es vol desenvolupar:

- Una pàgina principal amb tres opcions de menú diferents: Història, Lliure i Tenda; i dos petits botons que serviran per a visualitzar els objectius del joc i les taules de puntuacions.
- Un sistema de joc basat en el clàssic joc 'arcade' i primer videojoc de la història de 'Pong', però aportant un toc més modern, innovador i entretingut.
- Un mode història on, seguint una divertida història amb diàlegs entre personatges, haurem de superar diferents pantalles seguint la mecànica explicada al punt anterior però amb petites variacions. Constarà de 5 nivells amb dificultat progressiva i enemics amb intel·ligència artificial.

- Un mode lliure, on ens trobem amb l'essència del joc. Al contrari del mode història, en aquest mode, no ens molestarà cap enemic, constarà de 5 nivells de joc diferents, on cadascun canviarà totalment la forma de jugar la partida i on l'objectiu serà fer la màxima puntuació possible per rivalitzar amb els nostres amics. Es guardarà la millor puntuació aconseguida a cada nivell i per a poder jugar es necessitaran tiquets, que, si ens quedem sense, haurem de visualitzar un anunci per aconseguir-ne més.
- Un sistema de millores aleatòries (boost) que apareixeran per pantalla oferint diferents efectes que canviïn el transcurs de la partida.
- Una botiga, on trobarem textures visuals, que podrem comprar, per a personalitzar tots els objectes del joc al nostre gust. Però no serà fàcil aconseguir-ho: els diferents aspectes valdran monedes, que només es podran aconseguir jugant al mode lliure, on cada punt aconseguit, serà una moneda per utilitzar a la botiga.
- I finalment, un apartat d'objectius i marcador de puntuacions, on es podran visualitzar diferents objectius a completar dins del joc i les puntuacions dels nostres amics als diferents modes de joc, respectivament.

Finalment, un cop l'aplicació sigui testejada internament, el tercer objectiu és penjar-la a la plataforma Play Store d'Android, on qualsevol usuari la podrà descarregar gratuïtament.

## 4 METODOLOGIA

Per al desenvolupament d'aquest projecte s'ha seguit la metodologia de 'Rapid Prototyping' [1].

El 'Rapid prototyping' o disseny ràpid se centra en una representació d'aquells aspectes del programari que seran visibles per al client o l'usuari final. Aquest disseny condueix a la construcció d'un prototip, el qual és avaluat pel client contínuament per a una retroalimentació. Gràcies a aquesta continua retroalimentació es refinen els requisits del programari que es desenvoluparà. Això permet que al mateix temps el desenvolupador entengui millor el que s'ha de fer i el client vegi resultats a curt termini.

Les etapes a seguir, en retroalimentació, tal com veiem a la figura 1 seran:

- Comunicació
- Pla ràpid
- Modelatge i disseny ràpid
- Construcció del prototip
- Desenvolupament i entrega, retroalimentació

Què s'aplicaran per cada aspecte a desenvolupar del joc.

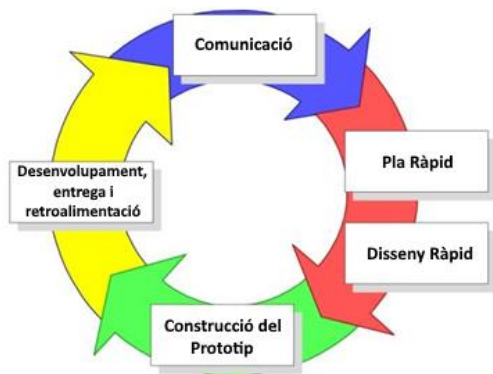


Fig 1: Ràpid prototyping

Aquesta metodologia és molt útil per a un projecte on es tenen clars els objectius generals del software, però no s'identifiquen clarament els seus requisits (l'estat inicial del nostre projecte). També serà altament útil per a provar que el joc és addictiu, ja que, amb un constant contacte amb els usuaris, hi haurà un feedback molt gran, en tot moment.

Aquesta metodologia, portarà com a objectiu final un software de qualitat, gràcies a la bona definició de requisits que se'n podrà extreure i el descart de funcionalitats o aspectes no necessaris en el projecte, que endarreririen les entregues.

## 5 PLANIFICACIÓ

### 5.1 Planificació de les tasques

La primera setmana del projecte es van dedicar íntegrament a la planificació del projecte. Tot i que pot semblar que són massa dies per a aquesta tasca, es va considerar fonamental que la planificació inicial fos la més encertada possible pel bon devenir del projecte.

El projecte el podem dividir principalment en sis etapes o tasques principals:

1. Definició del projecte: consisteix en la definició de l'abast del projecte i la planificació de les tasques que s'han de realitzar per tal d'assolir els objectius.
2. Estudi sobre l'addicció: aquest estudi consisteix a concertar una entrevista amb un psicòleg expert en la matèria per a formular-li un seguit de preguntes extreure'n les primeres conclusions i objectius, en clau de requisits, que necessitarà el projecte. Tant les preguntes formulades, com les respostes extremes, es poden trobar al document adjunt: "Entrevista amb un psicòleg"
3. Presa de requisits: aquesta etapa es considera d'alta importància per al desenvolupament del projecte, i consisteix que, a partir de l'etapa anterior, i una investigació personal sobre el tema a tractar, elabora un document complet de requisits. Es considera d'alta importància ja que, amb un bon document, i unes bones pautes, se sabrà, en tot moment, el que s'ha de fer i com s'ha de fer. Els requisits complets es poden trobar al document

adjunt: "Desenvolupament del joc" al CAPÍTOL 1.

4. Disseny i Test: aquesta etapa consisteix que, a partir del document de requisits extret, elaborar un document de disseny del videojoc. Aquest document conté tant tota la part artística (Guió, història, controls, personatges...) com la part de disseny del software (Diagrama de classes, targetes crc, diagrames de seqüència, disseny de interfaç...). I, a partir dels primers esbossos de interfaç, realitzar tests de first-click-test per a saber si la interfaç era correcta i intuïtiva. El document complet de disseny es pot trobar a l'arxiu adjunt: "Desenvolupament del joc" al CAPÍTOL 2
5. Desenvolupament de l'aplicació: implementació i testeig del videojoc a partir dels apartats anteriors.
6. Pas a producció: un cop desenvolupada i testejada l'aplicació es pujarà una versió estable, a la plataforma Play Store.
7. Documentació del projecte: redacció del dossier del projecte i preparació de la presentació.

A la Taula 1 podem veure les tasques que acabem d'explicar amb les hores planificades per la seva resolució i els rols que participen en cada una d'elles. Pel nostre cas, el Project Manager, el dissenyador, el programador i el tester són la mateixa persona (l'estudiant).

TAULA 1  
ROLS PER TASCA

Tasca	Temps(hores)	Rols participants
<b>Definició</b>	20	Project Manager, propietari de l'app.
<b>Estudi sobre l'addicció</b>	20	Dissenyador, psicòleg
<b>Preses de requisits</b>	40	Dissenyador
<b>Disseny i test</b>	30	Dissenyador, usuaris de test
<b>Desenvolupament de l'aplicació</b>	150	Programador, tester, propietari de l'app
<b>Pas a producció</b>	10	Tester, propietari de l'app
<b>Documentació del projecte</b>	30	Project Manager
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	

I per finalitzar veurem quin seria el cost aproximat que suposaria pel client aquets projecte. A la Taula 2 mostrem el cost dels sous dels treballadors segons el seu rol i a la Taula 3 el càlcul del cost final. A l'hora de calcular el cost final afegim uns costos indirectes corresponents als desplaçaments per les reunions amb el client. No tindrem en compte el cost d'adquisició dels ordinadors utilitzats pels treballadors (suposarem que són de propietat) ni les llicències dels programes de desenvolupament utilitzats (ja que tot és software lliure o sense cap cost).

**TAULA 2**  
**COST MONETARI**

Rol treballador	Cost (€/h)	Temps (h)	Cost total (€)
Project Manager	50	50	2500
Dissenyador	25	90	2250
Programador	20	150	3000
Tester	20	30	600
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>8350</b>

Per tant, el cost final del projecte després d'aplicar un 20% de benefici seria:

**TAULA 5**  
**COST TOTAL**

Tipus de cost	Cost (€)
Cost Directe	8350
Benefici	+20%
<b>TOTAL</b>	<b>10020</b>

Hem de tenir en compte que el cost final obtingut segurament no seria tant elevat. La planificació de les hores s'ha realitzat tenint en compte que no tinc gaire experiència a l'hora de treballar en projectes de programació d'aquest abast. El més probable es que a una empresa especialitzada en el desenvolupament software no li calguin tantes hores per a poder assolir els objectius establerts.

Al·l'apèndix A1 i A2 trobem tota la informació sobre la planificació de les tasques. En el primer trobem la planificació inicial que es va realitzar, i en el A2 la planificació final que ha sorgit amb les condicions en les que s'ha treballat.

## 5.2 Avaluació de Riscos

Un altre aspecte fonamental de la planificació d'un projecte és l'avaluació dels possibles riscos que poden comprometre el correcte desenvolupament del projecte. Estudiant amb anterioritat quines poden ser les principals amenaces es poden trobar possibles solucions o fins i tot arribar a evitar-los.

- Un dels possibles riscos principals, que varem tenir en compte, era la falta d'experiència amb el motor gràfic, ja que no s'havia treballat dins del grau. Per això es va treballar des de un principi en estudiar-lo a partir de la documentació [17] [20] [21] [24].
- Un segon risc, podia ser la 'no addicció de l'aplicació', que aquesta no arribés a ser un entorn que cridi l'atenció, i caigués en la monotonia i simplicitat. Per això es va treballar en la presa de requisits amb psicòleg, per a que el joc tingués totes les eines d'un videojoc d'aquesta classe.
- Per acabar, un aspecte de risc per a la finalització del projecte, i molt important, que es va tenir en

compte, era no aconseguir pujar l'aplicació a la Play Store. Degut a la situació actual amb el COVID-19, informen a la pàgina que cada revisió pot portar un temps de 7 o més dies degut a aquesta situació. Aquest aspecte, incontrolable, podia derivar a la no pujada de l'app o a no aconseguir pujar una versió sense errors importants. Per això, com veiem a la planificació final al annex A2, s'ha avançat el procés de desenvolupament per a tenir més temps en aquest aspecte.

## 6 DESENVOLUPAMENT

Per a explicar el desenvolupament de l'aplicació amb la màxima exactitud possible, s'anirà referenciant al document adjunt: "Desenvolupament del Joc", un document de més de 70 pàgines que conté tota la informació relacionada amb el projecte de inici a final, el qual s'ha anat redactant paral·lelament amb el transcurs d'aquest.

### 6.1 Estudi sobre l'addicció

El primer pas per a començar el projecte, ha sigut assegurar-se que aquest, conté els aspectes clau per a que compleixi els objectius plantejats. Per aconseguir-ho es va formalitzar una reunió amb una psicòloga experta en la matèria.

La entrevista cal destacar-la com a molt satisfactòria, gràcies a una bona recerca del tema [2][3], es van qüestionar aspectes generals al psicòleg com: Que és l'addicció per a tu? Consideres que hi ha diferents tipus d'addicció?. De les que es va extreure una gran perspectiva sobre el punt de vista de l'entrevistat i, per exemple, es va aconseguir que definís la nostra aplicació com a tipus d'addicció no destructiva, un gran pas, ja que era un dels objectius del treball, que es classifiqués com a addictiva.

Amb altres qüestions com: Quins són els elements clau per considerar un joc addictiu? O Quines característiques ha d'oferir a primera vista per a seguir explorant-lo? S'ha aconseguit extreure una part emocional molt important de l'addicció, que inclou els sentiments. S'ha vist que aquests, són molt importants que es produeixin durant el joc, tant si són bons com dolents. Gràcies a aquesta part, es van prendre conclusions com que el sistema de rànquing de puntuacions del joc, deixaria de ser local, per a ser global, i, es va concloure desenvolupar, un guió per al mode historia, el qual inclou diàlegs amb humor, entre altres.

Es poden trobar la totalitat de l'entrevista al document adjunt: "Entrevista amb un Psicòleg" i el guió final al document adjunt: Desenvolupament del Joc", a l'apartat 2.1.2 "Llibret i guió".

### 6.2 Resum del Joc

El funcionament principal del videojoc és semblant al joc de Pong [25], però, respectant certes distàncies. Tot i que el joc compta amb 10 escenaris amb les seves pròpies característiques, si més no, la mecànica principal del joc

consta d'una pala de joc que l'usuari mourà, horitzontalment, per a evitar que una pilota caigui al terra. També compta amb tres murs als marges de la pantalla que, a part de sumar punts quan siguin tocats amb la pilota, canviaran de color segons els cops consecutius que han sigut golejats. Si superen els 3 cops consecutius, el mur en qüestió desapareixerà, fent impossible el seu contacte amb la pilota. A més, diferents objectes apareixeran aleatòriament durant la partida, per a oferir-nos efectes especials que ens ajudaran, o ens faran la partida més complicada, durant un cert temps.

Al acabar cada partida obtindrem una puntuació, que es mostrarà en un marcador de puntuacions per a comparar-la amb la dels nostres amics. A part, tota la informació del joc es guardarà al dispositiu, guardant el progrés en tot moment.

Tot i que hem dit abans que el joc compta amb 10 escenaris diferents, aquests es divideixen en dos modes de joc: Historia i Lliure.

El mode historia compta amb una petita trama que involucrarà al jugador per a salvar el planeta, on l'objectiu serà acabar amb els diferents enemics dels 5 nivells que amenaçaran al jugador.

L'objectiu del mode lliure serà, en canvi, aconseguir la màxima puntuació possible d'entre 5 modes de joc, de mecàniques i dificultats diferents.

Tot el progrés que aconseguim al joc es plasmarà en forma de monedes, que podrem invertir per a personalitzar amb diferents aspectes els objectes del joc.

### 6.3 Presa de Requisits

Un cop fet l'estudi, per a elaborar el document de requisits s'han consultat moltes fonts d'informació [15] [16]: historia dels videojocs [4], jocs semblants, arquitectures de hardware que podria suportar el joc [5], estàndards de desenvolupament, documents de requisits[6] i documentació[17] [18] [20]. Vull tornar a destacar la importància de l'entrevista per a poder realitzar correctament aquest document, oferint uns objectius clars. Amb aquest treball fet, vaig començar a redactar els requisits que es troben al "CAPÍTOL 1" del document adjunt: "Desenvolupament del joc". Aquest conté molts apartats, entre ells, dos de clau:

- Els requeriments del sistema: On es parla sobre el propòsit del sistema a desenvolupar, el seu objectiu principal i les seves funcions. Aquest apartat conté aspectes molt concrets del desenvolupament, com que el joc serà desenvolupat en castellà, la connectivitat o requeriments de hardware mínims per al funcionament del joc i conté un petit estudi sobre la restricció d'edat del joc: PEGI 3. Finalment, conté una llista completa tant dels requeriments funcionals del sistema com dels no funcionals on s'explica detalladament cada funció que podrà oferir el joc, com per exemple el mode historia:
  - o Suportarà 5 escenaris diferents.
  - o Inclourà un tutorial interactiu amb

l'usuari.

- o A cada escenari apareixerà un enemic diferent amb habilitats, moviments i IA propis.
- L'anàlisi del sistema: En aquesta segona secció clau del document, a partir de la llista de requeriments, esmentada en l'apartat anterior, es fa una anàlisi preliminar del producte, resumint totes les funcionalitats que contindrà, i els efectes que produirà cada una, en el transcurs de l'aplicació. A partir d'aquesta primera anàlisi, s'han elaborat diferents diagrames de casos d'ús, on es poden veure, molt visualment, les interaccions que pot fer l'usuari amb el sistema.

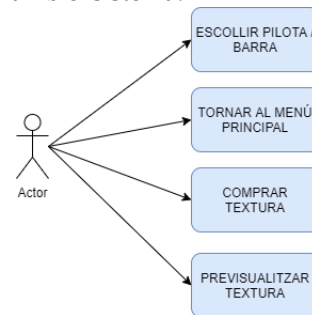


Fig 2: Diagrama de Navegar per la tenda

Com veiem a la Figura 2 d'exemple, podem observar, totes les opcions d'interacció que té l'usuari un cop està dins la botiga. Es poden trobar tots els casos d'ús al document adjunt: "Desenvolupament del Joc" a l'apartat 1.2.2 "Casos d'ús".

Finalment, a partir dels diagrames de casos d'ús, s'ha elaborat una fitxa, com la de la figura 3, de cada un, on, és detalla les precondicions, que s'han de complir prèviament, per a que aquest es pugui dur a terme, l'iniciador que executa aquest cas d'ús, i el curs d'accions que ocorreran a partir d'aquest iniciador.

Nom del Cas d'Ús: <u>Comprar una textura per la pilota</u>
<b>Requeriment(s) Explorat(s):</b> 6,8,15,16
<b>Precondició(ns):</b> - L'usuari ha seleccionat l'opció del menú "Tenda"
<b>Iniciador(s):</b> L'usuari ha pulsat sobre el botó de tenda
<b>Curs d'Acció Principal:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari selecciona la tenda de la pilota</li> <li>2. L'usuari fa scroll fins a seleccionar una textura que li agradi i la polsa</li> <li>3. Es comprova si ja té comprada aquesta textura (no la té)</li> <li>4. Es comprova si té suficients monedes per adquirir la textura (en té)</li> <li>5. L'usuari adquireix la textura, s'elimina el seu preu per a indicar-ho i es carrega la textura a la pilota de mostra de la tenda i a la que utilitzarem en qualsevol partida</li> </ol>
<b>Curs(os) Alternatiu d'Acció:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>3b. Es comprova si ja té comprada aquesta textura (si la té)</li> <li>4b. Es carrega la textura a la pilota de mostra de la tenda i a la que utilitzarem en qualsevol partida</li> <li>4c. Es comprova si té suficients monedes per adquirir la textura (no en té)</li> <li>5c. Es mostra un avís que l'usuari no té suficients monedes i no es desbloqueja la textura</li> </ol>

Fig 3: Descripció Cas d'ús "Comprar textura per la pilota"



## 6.4 Disseny i Test

Un cop redactats els requisits, vaig passar a redactar el "CAPÍTOL 2: DISSENY I CONSTRUCCIÓ DEL VIDEOJOC" que conté les següents seccions clau:

- **Disseny Artístic:** Conté tota la informació per a entendre el concepte artístic del videojoc: Tota la història en la que es desenvolupa, així com un guió complet de tots els diàlegs del mode història, entre altres.

Una secció interessant que apareix, és la explicació dels controls que haurà d'utilitzar l'usuari i perquè s'han fet així, on es concreta que el joc només contindrà dos tipus de moviments: el toc amb el dit i l'scroll lateral. Al simplificar el joc a dos tipus de moviments, s'aconsegueix molta senzillesa, que a nivell pràctic es tradueix a un facilitat molt gran en l'aprenentatge d'ús.

Finalment conté una descripció completa de tots els boosts (objectes aleatoris) que intervenen a les partides i els efectes que tindran.

- **Disseny del Software:** En aquesta secció s'ha desenvolupat un diagrama de classes i escenes a partir de tots els casos d'ús. S'ha optat per incloure les escenes (pròpies del motor Unity) dins d'aquest diagrama, ja que proporcionen molta més facilitat a l'hora d'entendre la relació de les classes, ja que algunes no intervenen entre si directament, sinó a partir d'una escena específica.

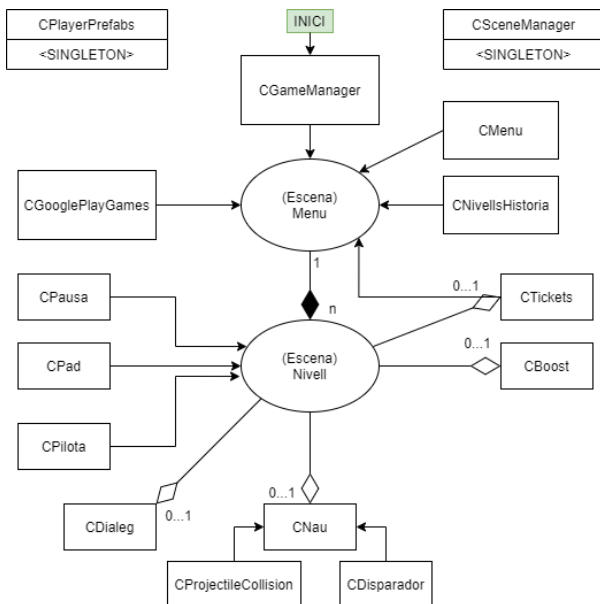


Fig 4: Diagrama de classes i escenes

Amb el diagrama definit es descriuen la funcionalitats de cada classe junt amb els seus atributs propis i les funcions que la formen.

Definides les funcions de les classes s'han descrit els diagrames de seqüència, molt importants per a observar el flux de les diverses accions directes que pot realitzar l'usuari amb la interfà; I, en conseqüència, com reacciona el motor, a partir de cada acció, amb les escenes, arxius de

guardat i els serveis de google. Ha sigut molt útil per a realitzar un desenvolupament correcte.

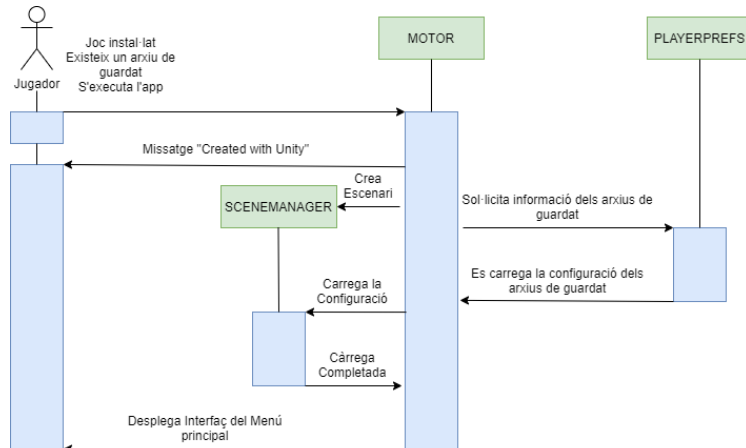


Fig 5. Diagrama de Seqüència de la primera execució del Joc

La secció inclou un esbós de tota la interfà que interactua amb l'usuari. Per aconseguir un bon resultat d'aquesta, es van preparar unes imatges que reconstruïen la interfà i es va fer un first-click test [7] amb l'eina web 'optimalworkshop'.

A causa de la versió gratuïta s'han realitzat 3 estudis diferents, ja que l'eina, limitava la quantitat de preguntes per estudi [8] [9] [10].

Gràcies a aquesta eina, amb cada estudi realitzat, hem obtingut uns resultats molt visuals que ens han servit per conèixer realment si els menús estaven ben estructurats.

El resultat, com podem veure a les imatges de la secció A.2 i A3 del apèndix, ha sigut molt satisfactori, i no s'ha necessitat de realitzar cap canvi a la interfà de l'usuari. Podem dir que el plantejament d'una interfà molt senzilla i intuïtiva ha sigut correcte.

- **Implementació del software:** Per acabar, aquesta secció conté tots els elements artístics que intervenen en el joc (models 3D, sprites), totes les escenes i la icona que es mostrarà a la play store.

## 6.5 Desenvolupament de L'Aplicació

### 6.5.1 Implementació del Menú Principal

Respecte a la implementació del videojoc, es va començar per elaborar el menú principal. Per fer-ho es va iniciar el desenvolupament del script "GameManager".

S'ha de dir que tots els components visuals del joc s'han creat dins d'una estructura canvàs [13] de Unity, per a crear una interfà responsive [12].

#### Script GameManager

Per a crear aquest script encarregat de guardar totes les dades, s'ha utilitzat els PlayerPrefs [14] de unity. Són funcions del tipus clau-valor, on amb un id pots guardar un valor a un espai de memòria del dispositiu.

Aquest GameManager, com s'explica a la documentació

del desenvolupament del joc s'encarrega tant de crear l'arxiu de guardat quan s'inicialitza per primer com el joc, com de carregar els valors d'aquests, un cop ja s'ha jugat més d'un cop.

Amb el GameManager com a estructura principal, s'ha començat a desenvolupar l'escena del Menú principal.

### Escena 'Menú' - Menú principal

Per aquest menú principal, que veiem a la figura 6, es buscava una sensació d'immersió al joc, que et fes sentir a l'espai.

Per això es va decidir dividir les 4 parts principals d'aquest menú: Menú principal, mode lliure, mode història i botiga, en diferents punts de l'espai 3D, formant una circumferència.

Això ha permès desenvolupar la següent fórmula, per a la càmera de joc, que ofereix una sensació de flotar a l'espai:

*cameraTransform.rotation = Quaternion.Slerp (cameraTransform.rotation, cameraDesiredLookAt.rotation, CAMERA\_TRANSITION\_SPEED \* Time.deltaTime);*

Amb aquesta fórmula, estem assignant al valor de rotació de la càmera del joc, una nova rotació entre la seva posició actual (*cameraTransform.rotation*) i la posició destí (*cameraDesiredLookAt.rotation*). Gràcies a la funció *slerp()*, realitzarà un moviment molt lleuger, seguint la velocitat que li indiquem.

Per a veure millor aquest efecte de càmera, es pot consultar el vídeo adjunt: "DEMO\_GRAVITY\_PONG".

### Escena 'Menú' - Mode Lliure

El següent pas, ja amb la càmera a punt, ha sigut desenvolupar el llistat de nivells del mode lliure que trobem a la figura 7. Ha sigut una decisió difícil i bastant creativa, ja que es volia una llista de nivells molt visual i vaig decidir mostrar els nivells com a imatges. Investigant, vaig trobar que, mitjançant codi, pots trobar i guardar a variables, els sprites que estiguin dins de la carpeta que crea unity de "Resources".

Amb aquesta tècnica i un Scroll Rect [11] podem passar els nivells amb un scroll lateral. Després s'ha afegit la imatge i el text dels tiquets a la part inferior del nivell i el rècord del nivell a sobre d'aquest. Per finalitzar s'ha creat el botó de tornar, per a que la càmera torni a rotar fins la posició del menú principal.

### Escena 'Menú' - Botiga

La botiga, com observem a la figura 8, manté una estructura semblant al llistat de nivells, però amb diferències notables.

En comptes de carregar varies imatges, carrega una imatge sencera amb totes les textures i la divideix en textures de 256x256, per a una millor optimització. Té un indicador monedes del joc, i té un botó extra per a canviar entre la tenda de textures de la pilota i de la lluna de joc.

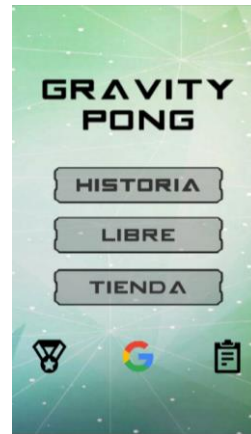


Fig 6: Menú Principal



Fig 7: Mode lliure

### Escena 'Menú' - Mode Història

El llistat de nivells del mode història no utilitza la tècnica de càrrega de imatges pels nivells, sinó que s'han utilitzat uns models gratuïts de planetes 3D. Cada planeta forma un nivell amb el seu nom i el seu rècord de temps propi. Un cop acabada tota la visual de l'escena del menú s'ha creat el script que el gestionaria anomenat "MainMenu".

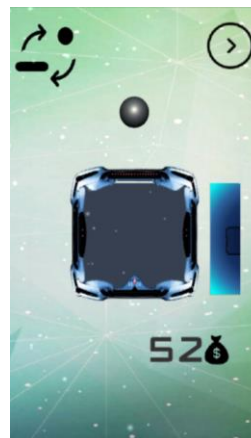


Fig 8: Botiga

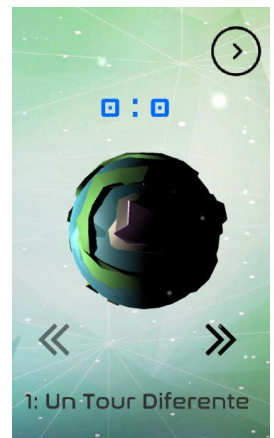


Figura 9: Mode Història

### Script MainMenu

Aquest script s'encarrega de carregar i gestionar els components de l'escena del menú del llistat de nivells i la botiga.

Primer de tot, carrega, gràcies als *playerPrefs* guardats, tots els textos de rècords de puntuació de cada nivell, els tiquets, les monedes i les textures comprades de la pilota i lluna de joc que l'usuari havia obtingut.

S'ha creat un sistema tant per al llistat de nivells com a la botiga de bloqueig on, al llistat de nivells, es bloquegen tots els botons dels jocs menys del primer, fins que en aquest no s'hagi obtingut una puntuació mínima de 5 i, a la botiga, es guarda una matriu de desbloquejos, que indica quines textures s'han comprat, i ja no apareixerà el seu preu, i quines no.

També s'encarrega de, a la botiga, mostrar com quedaria la textura comprada a la pilota o a la lluna de joc, i aplicar-la per a quan juguem qualsevol partida.

Aquest script també carrega la música del menú.

### Script History\_Levels

Aquest script s'encarrega de la gestió del menú "HISTORIA".

S'ha creat un sistema de visualització, on el jugador canvia de nivell mitjançant dues fletxes i, un jugador no podrà accedir a un nivell fins que hagi completat l'anterior.

Junt amb aquest sistema de bloqueig, segons el nivell on es situï el jugador, es mostrarà el millor temps en que l'ha acabat (si es que hi ha) i el nom del nivell.

Amb aquests components descrits fins ara, ja tindríem tot el menú principal acabat.

Un cop acabat el menú, s'ha passat a crear els nivells del mode lliure.

### 6.5.2 Implementació del Mode Lliure

El mode lliure consta de 5 nivells amb mecàniques de joc variants però compartint l'estructura principal del joc.

Per a explicar com s'ha desenvolupat aquest mode, s'utilitzarà de referència el mode de joc "CLASSIC", el mode de joc original, on primer s'explicaran els components de l'escena i després els scripts que la componen.

Una part molt important d'aquestes escenes, és el disseny, seguint el esquema senzill i visual del joc, s'ha passat per diversos plantejaments: murs reals, una barra plana...

Finalment, després d'un extens plantejament, es va decidir aplicar el disseny que veiem a la figura 10.

En aquest disseny podem observar que els murs són llums LED. Aquesta decisió s'ha considerat la millor, ja que oferia tota la informació que necessita el jugador dels murs, sense ser un objecte molt gran i amb molt detall.

Finalment s'han utilitzat imatges de la temàtica espacial per a completar el fons de l'escena.

#### Escena CLASSIC

L'escena d'aquest mode de joc la componen directament: la pilota, la lluna de joc, els murs de joc, la puntuació, el menú de pausa i els tiquets disponibles. Però realment hi ha molts més components secundaris, que no s'entrarà en detall a explicar-los, però que valia la pena mencionar-los, com: uns murs secundaris invisibles que s'utilitzen per detectar si el jugador perd quan ha destruït un mur, objectes que solament es mostren quan s'agafa un boost, llums que segueixen els objectes per crear un efecte primer pla, la interfàç del menú de pausa...

Presentats així els components de l'escena, és més interessant veure els scripts que afecten a aquests components.

#### Script ClassicBall

Aquest script, que controla la pilota, és el més important de l'escena, ja que gestiona tot el que pot tenir contacte amb ella.

La funció més important d'aquest script és, sens dubte, `OnCollisionEnter()`. Aquesta funció, nativa de Unity, serveix per a gestionar quan l'objecte, topa amb un altre objecte. Quan la pilota topa amb un mur, detecta quin és

i, segons el seu color actual, li canviarà el seu color al que toqui i suma un punt.

Si la pilota topa amb la lluna de joc, simplement augmentarà la seva velocitat. Si topa amb el forat negre de la part inferior, o traspasa un mur destruït, s'encarrega de parar la partida i la música, mostrar el menú de derrota, afegir a les monedes totals del jugador les guanyades aquella partida i canviar el rècord de puntuació del nivell si s'ha superat.



Fig 10: Escena CLASSIC

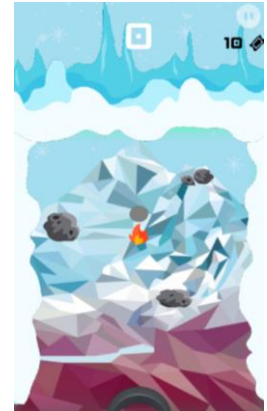


Fig 11: Efecte de Boost de Gel

#### Script ClassicPad

Aquest script simplement s'encarrega de la gestió del moviment de la lluna de joc. Detecta si el jugador està polsant a sobre d'ella i es mou en conseqüència.

Per al mode història, s'encarrega de si un projectil topa amb ella, parar la partida i mostrar el menú de derrota.

#### Script Pause Menu

Aquest script, com el seu nom indica, gestiona tot el menú de pausa: Que quan es polsi a sobre del botó de pausa, es pari el joc i es mostri la interfàç, que quan polsem sobre ' reprendre ' la partida actual segueixi on estava, que es torni al menú, o que es surti de la partida.

#### Script Boosts

Aquest script, s'encarrega d'invocar un objecte aleatori que apareix cada x segons aleatòriament per pantalla, un cert temps. Segons el boost es produeix un efecte diferent. Per fer això, se li ha assignat el script a una imatge i s'ha jugat amb el seu render (el component que fa que es mostri la imatge). Gràcies a la funció `Time.TimeSinceLevelLoad` que ens proporciona, el temps que ha passat des de que s'ha carregat el nivell, sabem quan fer invisible o no l'objecte. Així, creat l'algoritme que mostra una imatge aleatòriament d'una llista d'imatges, sempre que no hi hagi un boost funcionant.

Ara, amb un switch case, segons la imatge que s'està mostrant, crida a la funció del boost que toca per a que realitzi l'efecte adequat.

Un bon exemple és el boost de gel, que al collir-lo, com veiem a la figura 11, mostra, a tots els murs que no hagin sigut destruïts, una imatge de neu, que impedeix destruir-los.



Es poden trobar tots els boosts i efectes a l'apartat 2.1.5 del document adjunt: "Desenvolupament del Joc"

Amb tots aquests components ja es podria jugar una partida "CLASSIC" del mode lliure.

Per a construir els altres nivells del mode lliure, s'ha jugat amb potenciar o extreure aquestes funcions descrites, per proporcionar un altre tipus de joc:

- **Escena Double Trouble** Aquí s'ha duplicat la pilota de joc i s'ha adaptat l'entorn per a que el nivell sigui jugable.
- **Escena Faster** Aquest mode es juga al doble de la velocitat normal de joc utilitzant la funció `Time.timeScale = 2` que duplica el temps.
- **Escena Insight** Aquest mode es juga sense veure els components del joc, el jugador només veu una estela que indica el moviment de la pilota i la lluna de joc.
- **Escena Relax** En aquest mode on només es perdrà la partida si aquesta cau al forat negre inferior. Els murs mai poden ser destruïts i no apareixen boosts.

### 6.5.3 Implementació del Mode Història

Per a aquest mode s'ha utilitzat com a base l'estructura del nivell "CLASSIC" del mode lliure. Amb aquesta estructura s'han eliminat els boosts, i el marcador de puntuació.

Consta d'un objectiu totalment diferent al mode lliure, no volem aconseguir la major puntuació, sinó que volem destruir la nau enemiga, i, si pot ser, en el menor temps possible.

#### Script Dialog

Primerament s'ha creat un sistema de diàlegs, en el que, seguint el guió descrit al document adjunt "Desenvolupament del Joc", apartat 2.1.2, dos personatges ens ensenyen a jugar, a l'hora que ens narren una divertida història.

Dit això, s'ha creat un sistema d'escriptura on, segons unes frases donades, s'escriu, lletra per lletra, aconseguint l'efecte de narració dels videojocs.

Quan comprovem que s'ha mostrat tota la frase per pantalla, mostrem un botó per a continuar amb la conversa, i un altre botó per a saltar el diàleg i començar a jugar.

Agafant la primera lletra de la frase amb la funció `substring()` sabrem si quin personatge parla i hem de mostrar.

#### Script History\_Ball

La pilota s'ha hagut d'adaptar a tots els nous components.

A més, s'ha creat un sistema per a mostrar, en tot moment, el temps que ha passat des de l'inici del nivell. Per fer-ho s'han utilitzat 2 variables, pels minuts i segons. Això ha permès visualitzar amb més comoditat el format de temps "minuts : segons", amb la funció `toString()`,

permetent realitzar les comparacions de temps correctament.

#### Script Launcher

Aquest script s'encarrega, un model de míssil que li indiquem, i crear una instància d'aquest davant la nau, amb una certa velocitat, dirigit cap a la part inferior de la pantalla.

Per aconseguir-ho, s'utilitza un objecte auxiliar a l'escena 'FirePoint' que és situat sempre davant la nau on s'instanciarà el model del míssil amb un cert impuls. Podem visualitzar aquest sistema a la figura 12.

#### Script ProjectileCollision

Aquest script s'encarrega solament de destruir el míssil quan topi amb un objecte que no sigui la lluna de joc. És un script per a optimitzar el rendiment del joc.

Un cop descrits els scripts en comú per a tots els nivells, passem als scripts que a cada nivell són diferents, però que s'utilitzen per a una mateixa causa, la gestió de la nau enemiga.

- **Capítols 1 i 2:** Els capítols 1 i 2 comparteixen el mateix moviment de la nau. Aquest script mou la nau seguint un moviment aleatori. L'algorisme consisteix en que s'escull un punt aleatori a arribar i, quan s'arriba s'escull un altre.
- **Capítol 3:** Al tercer capítol és on veiem per primer cop una intel·ligència artificial en el moviment de la nau, aquesta fugirà de la pilota. Per fer-ho s'ha dividit el nivell en dues zones, dreta i esquerra, quan la pilota estigui a la zona de la dreta, la nau es mourà a l'esquerra i a la inversa. Per a que no sigui impossible tocar-la, s'ha ajustat la velocitat del seu moviment adequadament.
- **Capítol 4:** Al quart capítol la nau ja consta d'una intel·ligència artificial més avançada, en la que es mou segons a on la pilota estigui situada. L'algorisme consisteix en tenir la posició de la pilota en tot moment, i s'ha dividit l'espai de la partida en 4 quadrats, com podem veure a la figura 13. Si la pilota està al quadrat 1, la nau es mourà al quadrat contrari, el 4. Si la pilota es situa al quadrat 2, la nau es mourà al quadrat 3. Per a que no fos impossible topir amb la nau, s'ha d'ajustat la velocitat del moviment.
- **Capítol 5:** Al capítol final, l'algoritme consta del mateix moviment que al nivell anterior, però afegint un extra que, si la nau es troba en el mateix quadrat que la pilota en el mateix instant de temps, la nau reduirà el seu tamany, complicant l'objectiu d'aconseguir destruir-la.



Fig 12: Nau amb l'objecte 'Fire-Point'

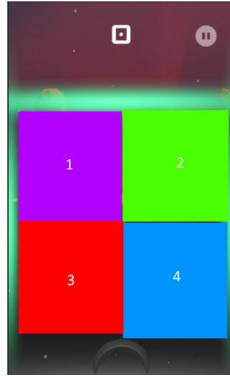


Fig 13: Divisió de quadres nivells 4 i 5

Per a veure visualment com funcionen les funcions explicades en aquest apartat, es pot consultar el vídeo adjunt: "DEMO\_GRAVITY\_PONG".

## 6.6 Proves

Gràcies a la metodologia de desenvolupament de Rapid Prototyping, s'ha pogut anar testejant cada mòdul desenvolupat al moment, així extraient tots els resultats de tests ràpidament. S'han realitzat 4 tipus de proves diferents:

- A les proves d'unitat, s'ha testejat que els diferents mòduls del sistema funcionin correctament. Com que si un míssil d'una nau enemiga glopeja la lluna de joc, es mostra el menú correcte, o si tenim les suficients monedes per a comprar una textura, la podem comprar satisfactòriament, entre altres.
- A les proves d'integració, s'ha testejat que les interaccions entre els diferents escenaris del sistema sigui correcte. S'ha provat que es pugi accedir a tots els nivells del videojoc, i que, des de aquests, es pugui tornar correctament al menú principal, a través del menú de pausa.
- Les proves de validació, han servit per comprovar que hem complit amb els requisits del projecte. Hem testejat el correcte log in amb google, la visualització dels marcadors i la visualització dels objectius, entre altres.
- Per acabar, les proves de sistema, han servit, gràcies a la developer console [24], comprovar que el joc s'ha executat correctament variant els dispositius i versions d'Android.

A l'apartat 3.1 del document adjunt: "Desenvolupament del Joc" es poden trobar la totalitat de les proves realitzades de cada tipus amb els seus resultats corresponents.

## 7 CONCLUSIONS

I ja per finalitzar aquest document, explicaré quines són les conclusions que he extret sobre el projecte. Primer de tot, crec que la planificació que vaig realitzar a

l'inici ha sigut l'encertada. Les petites alteracions que s'han acabat realitzant (com podem veure en el diagrama de Gantt real de l'apèndix 2) han estat més enfocades a avançar l'inici de les tasques que no pas a endarrerir-les a causa de la situació excepcional que hem viscut.

Respecte a la fase d'implementació considero que s'han completat tots els objectius que es presentaven a l'inici del projecte. S'han desenvolupat totes les funcions que es van proposar al document de requisits, amb l'ajuda de la psicòloga, que havia de tenir el joc per a que es considerés addictiu i així ha sigut. Per lo que podem concloure que hem desenvolupat un joc addictiu per a Android satisfactòriament. A més, s'ha de dir que l'aplicació és responsive [12] i molt fàcilment escalable

I com a últim punt, voldria comentar que m'hagués agradat disposar de més temps i recursos, per a millorar tot l'aspecte visual de l'aplicació encara més, fins a arribar a apropar-se al nivell de mitjanes produccions, aquest aspecte milloraria l'interès per al joc.

## 7.1 Futures Accions

A continuació detallarem aquelles accions futures que he considerat que pot ser interessant desenvolupar en pròximes ampliacions del joc per tal que l'experiència d'ús dels usuaris sigui la millor possible:

- Un tutorial molt més visual que es mostri el primer cop que s'iniciï l'aplicació, on no solament s'expliqui sobre la mecànica del joc, sinó que també es guiï a l'usuari a través dels menús, la interfàç i els diferents modes i nivells de joc.
- Una integració d'algun mode de joc online on es pogués competir contra un altre jugador en temps real, oferiria molt d'atractiu i enriqueiria molt l'aplicació.
- Per acabar, com ja hem comentat, una millora visual en la que no m'he pogut centrar en especial durant el projecte, on, amb l'ajuda d'algun professional en la matèria, es crearien unes visuals pròpies per al joc.

## 8 AGRAÏMENTS

En primer lloc, m'agradaria agrair a la meua família el suport incondicional que m'han donat en tot moment durant els quatre anys que porto de carrera. Sense ells res de tot això hauria estat possible.

També m'agradaria agrair la Gemma Sánchez, la meua tutora del TFG, pels consells i l'ajuda que m'ha ofert durant aquests mesos tant durs i especials de projecte, insistint en què treballes ben dur des del primer dia, ha permès que aquest treball hagi pogut tirar endavant amb més facilitat.

Finalment voldria agrair a les altres persones que han fet aquest treball possible, des de la psicòloga experta que ens va ajudar a definir molt bé els requisits, fins a tots els companys i amics, que han treballat com a testers del joc trobant 'bugs' i fent propostes sobre possibles millores d'aquest.

## ÍNDEX DE FIGURES

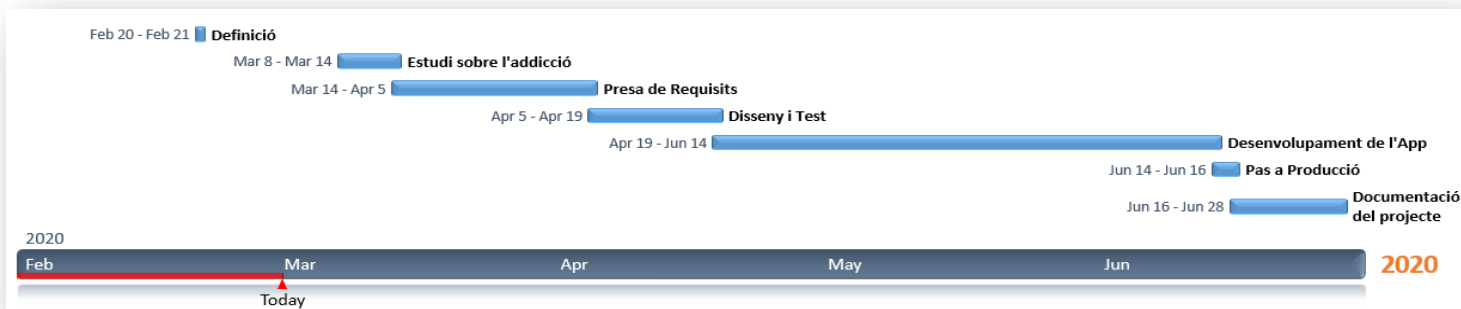
Fig 1. 'Rapid Prototyping'.....	3
Fig 2. Diagrama de Classes 'Navegar per la Tenda'.....	5
Fig 3. Descripció Cas d'ús "Comprar textura pilota".....	6
Fig 4. Diagrama de Classes i Escenes.....	6
Fig 5. Diagrama de Seqüència 1a Execució.....	6
Fig 6. Escena: Menú Principal.....	7
Fig 7. Escena: Mode Lliure.....	7
Fig 8. Escena: Botiga.....	8
Fig 9. Escena: Mode Història.....	8
Fig 10. Escena: 'CLASSIC'.....	8
Fig 11. Efecte Boost de Gel.....	8
Fig 12. Nau amb objecte 'firepoint'.....	10
Fig 13. Divisió de quadres nivells 4 i 5.....	10

## REFERÈNCIES

- [1] Desenvolupament 'Rapid prototyping'  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_de\\_prototipos](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_prototipos)
- [2] Article de l'addicció als videojocs  
<https://psicologiyamente.com/clinica/adiccion-a-videojuegos>
- [3] Per què enganxen els videojocs?  
<https://www.lavanguardia.com/estilos-de-vida/20120629/54317381414/por-que-enganchan-los-videojuegos.html>
- [4] Historia dels Videojocs  
<https://www.fib.upc.edu/retroinformatica/historia/videojocs.html>
- [5] Requisits mínims Candy Crush Saga  
<https://www.microsoft.com/es-es/p/candy-crush-saga/9nblggh18846?activetab=pivot:regionofsystemrequirementstab>
- [6] Document SRS d'exemple  
<https://www.docsity.com/es/ejemplo-de-documento-srs/4930539/>
- [7] El 'First click' test  
<https://usabilityhub.com/guides/first-click-testing>
- [8] Qüestionari 'First click' test I  
<https://ows.io/cm/7v7lx3h4>
- [9] Qüestionari 'First click' test II  
<https://ows.io/cm/j6574121>
- [10] Qüestionari 'First click' test III  
<https://ows.io/cm/7df25ouc>
- [11] Scroll Rect de Unity  
<https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/Script-ScrollRect.html>
- [12] Disseny Responsive  
<https://www.40defiebre.com/que-es/diseno-responsi-ve#:~:text=El%20diseño%20web%20responsive%20o,%3B%20ordenador%2C%20tablet%2C%20smartphone...>
- [13] Canvas de Unity  
<https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UICanvas.html>
- [14] Playerprefs de Unity  
<https://docs.unity3d.com/es/current/ScriptReference/PlayerPrefs.html>
- [15] "Disseny de Software". Assignatura del grau que ha servit de font bàsica dels coneixements aplicats tant a Android com als tests amb usuaris. La seva guia docent la trobem disponible a:  
<https://docs.unity3d.com/Manual/UnityManual.html>
- [16] "Test i Qualitat del Software". Assignatura del grau que ha servit de font bàsica dels coneixements aplicats per als tests del codi. La seva guia docent la trobem disponible a:  
[https://guies.uab.cat/guies\\_docents/public/portal/html/2019/assignatura/102758/ca](https://guies.uab.cat/guies_docents/public/portal/html/2019/assignatura/102758/ca)
- [17] "Documentación de Unity" Documentació completa del motor gràfic 'Unity' que s'ha anat consultant en tot moment del desenvolupament.  
<https://docs.unity3d.com/Manual/UnityManual.html>  
<https://www.w3schools.com/cs/>
- [18] "Stack Overflow". Fòrum de preguntes i respostes relacionades amb el món de la programació i la informàtica. S'ha anat consultant durant la fase d'implementació. Algunes de les pàgines que voldria destacar:
  - Text borrós a Unity:  
<https://stackoverflow.com/questions/16506737/unity3d-3d-text-always-displayed-blur/16507861>
  - Sing-In Google  
<https://stackoverflow.com/questions/59599895/problems-with-google-sign-in-in-unity>
- [19] "Como firmar tu app" Documentació per a desenvolupadors Android sobre com signar una aplicació per a que totes les funcions de google funcionin correctament.  
<https://developer.android.com/studio/publish/app-signing#google-play-app-signing>
- [20] "Unity Ads Documentation" Documentació sobre el sistema de publicitat de unity utilitzat a l'app.  
<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.ads@3.4/manual/index.html>
- [21] "Google play games plugin for unity" Plugin per a unity per a poder utilitzar totes les funcions de google play games.  
<https://github.com/playgameservices/play-games-plugin-for-unity>
- [22] "Flaticon" Web de recursos gratuïts d'on s'han descarregat els sprites que s'utilitzen al joc  
<https://www.flaticon.es>
- [23] "Unity Asset Store" Web de recursos gratuïts de unity d'on s'han descarregat els models dels planetes que s'utilitzen al joc, entre altres.  
<https://assetstore.unity.com/?gclid=CjwKCAjwIzf3BRABEiwA8Q0qq9NcH2nCMrUHDdQUrV0K7dNiZD6JMAy7G8x93NPLzD3wZKmhIK1MQBoCvR0QAyD BwE>
- [24] "Ayuda de Play Console" Documentació sobre al play console, plataforma on es puja l'aplicació per a que es visualitzi a la play store, que s'ha consultat quan han sorgit problemes.  
<https://support.google.com/googleplay/android-developer/?hl=es#topic=3450769>
- [25] "Pong" Primer videojoc de la història  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Pong#:~:text=Pong%20\(o%20Tele-Pong\),mesa%20\(o%20ping%20pong\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Pong#:~:text=Pong%20(o%20Tele-Pong),mesa%20(o%20ping%20pong))
- [26] "Flappy Birds"  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Flappy\\_Bird](https://es.wikipedia.org/wiki/Flappy_Bird)
- [27] "Candy Crush"  
<https://www.xatakamovil.com/movil-y-sociedad/candy-crush-saga-la-ciencia-detras-de-la-adiccion>

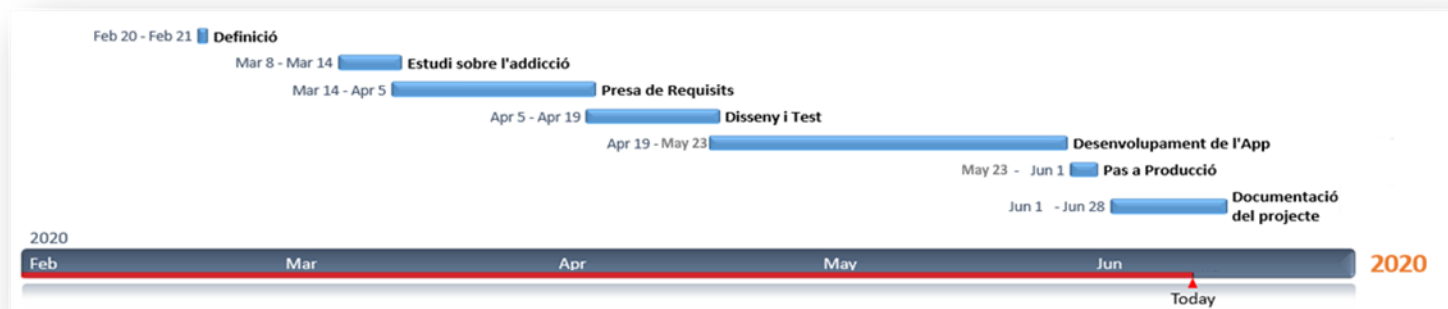
## APÈNDIX

### A1. DIAGRAMA DE GANTT DE LA PLANIFICACIÓ INICIAL



A1. Diagrama de Gantt corresponent a la planificació inicial del projecte. En aquest diagrama podem veure les diferents tasques/etapes de desenvolupament amb les setmanes que es va planificar destinar a cada una

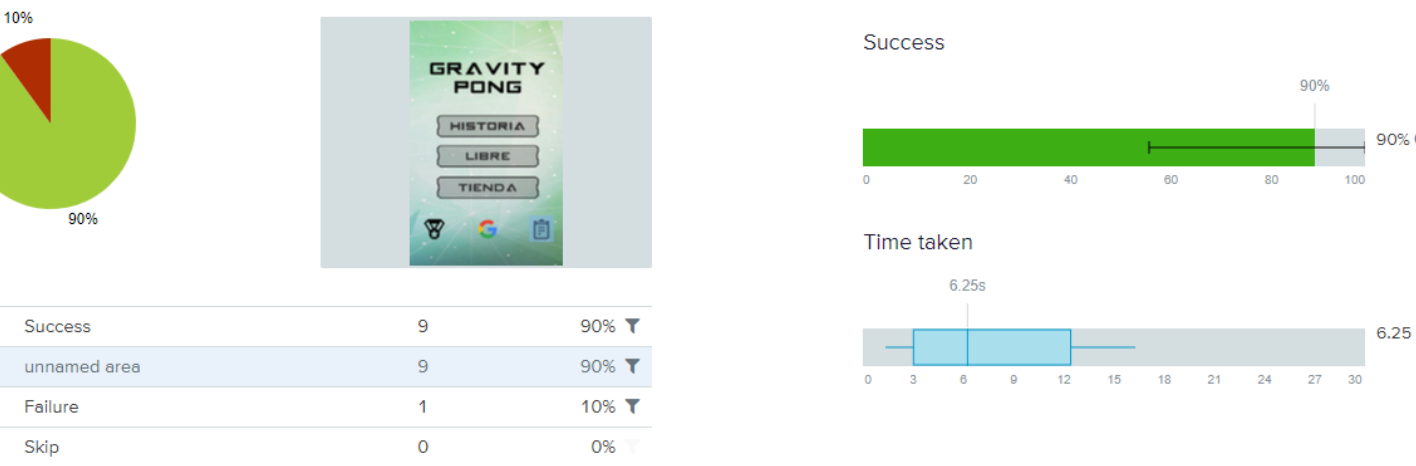
### A2. SECCIÓ D'APÈNDIX



A2. Diagrama de Gantt corresponent a la planificació final del projecte. Tal i com podem veure tenim alguns canvis en els temps respecte a la planificació inicial: es va acurtar la fase de desenvolupament ja que amb la situació excepcional del país, s'ha disposat de molt més temps per al desenvolupament, lo qual ha permès avançar el pas a producció i la documentació del projecte.

A3. RESULTAT DEL ESTUDI DE DISSENY – TASCA 1

1. A la següent imatge pulsa sobre on creguis que pots accedir a la taula de puntuacions:



A3: Resultat Estudi 1 - Tasca 1: Com observem el 90% dels testers han completat l'objectiu de la tasca

A4. RESULTAT DEL ESTUDI DE DISSENY – TASCA 1 (MAPA DE CALOR)

A la següent imatge pulsa sobre on creguis que pots accedir a la taula de puntuacions:  
10 clicks 9 successful 0 skips 7.6 avg (secs)



A4: Resultat estudi 1 – Tasca 1 (Mapa de Calor): Com podem observar, la zona de tocs de dit del 70% dels tocs se centra en el botó correcte.



